茄子育種

陳農哲

亞洲蔬菜研究發展中心

前　言

茄子學名*Solanum melongena* L. 英名Eggplant，歐洲稱Aubergine，印度南亞又叫Brinjal，別名落蘇。茄子是很普遍的蔬菜之一，適應性高、產量高、供應時間長，是夏季主要蔬菜。亞洲地區是茄子主要產區，種植面積及產量均占世界90%以上，尤其是印度、孟加拉、巴基斯坦、中國、日本、菲律賓等為亞洲主要生產地。根據FAO生產年報(1997)全世界茄子的栽培面積為1,106,000公頃，總生產量有17,025,000公噸。台灣茄子的種植面積84年約有1300公頃，產量為25,049公噸，屏東、彰化為主要生產地區。茄子以煮食為主，但也可用作乾製或醃漬。

起源與分類

茄子起源亞洲東南熱帶地區，印度緬甸間，古印度為最早馴化地，至今印度仍有茄子的野生種與近緣種。早在4－5世紀就傳入中國，因此栽培已有1500年歷史，而相信中國是茄子第二起源地。13世紀傳入歐洲，17世紀才從歐洲傳到北美洲。不同形態、顏色、果形的茄子也發現在東南亞地區，可能也是茄子的主要變異中心。

茄子屬茄科(Solanaceae or Nightshade family)，茄屬(Solanum)在植物分類上是一大屬，包含有1500種(Species)。茄子染色体數2N=24，植物學將其分為三個變種：1).圓茄(*Solanum melongena* var. *esculentum* Bailey)，植株高大、果實大、圓球、扁球或橢圓形球形，皮色紫、黑紫或綠白，多中晚熟種。2).長茄(*S. melongena* var. *serpentinum* Bailey)，植株生長勢中等，果實細長形，皮色有紫、綠、淡綠、白等，果皮薄、肉質柔嫩。3).矮茄(*S. melongena* var. *depressum* Bailey)，植株較矮、果實小、卵或長卵形、種子較多。

植物性狀

茄子為一年生植物，莖直立基部帶木質，在熱帶、亞熱帶露地可以越冬。直根系易木質化，發生不定根能力弱。株高60－120公分，紫、深紫或綠色。葉大為單葉互生，卵圓或長卵圓形，紫或綠色因品種而異。茄子很多品種的莖、葉、萼片生有刺，刺的多少因品種而不同。花大單生或簇生，簇生花有2－3朵至5－6朵，呈白色至紫色。果實為漿果，卵圓、圓至長圓形，皮色有黑紫、紫、紫紅、

綠或綠白。果肉為白色海棉狀組織，由薄壁細胞組成。種子近似腎形，扁平、黃色具光澤，千粒重4－5公克，每一果實含有種子500－1000粒。

花器構造與生殖生態

茄子的花為完全花，具有雄蕊與雌蕊，為自花授粉作物。花冠紫色或白色，花瓣和花萼各 5－6 枚，萼片基部合生筒狀。雄蕊有花藥 5－6 個，花藥二室著生於花冠筒內側，花藥頂端孔裂散開花粉。雌蕊一個，因花柱長度不同而有：1)長柱花，花柱柱頭高於花藥，有正常大的子房；2)中柱花，花柱柱頭低於花藥，中等長也有中等大的子房；3)短柱花，花柱很短有退化的子房。各種類的花所佔比率因品種不同而異，一般長柱花佔多數，約有 52－90% ；中柱花次之，約有 8.5－28% ；短柱花則佔比率較低 1.5－25% 。亞蔬中心調查 10 個茄子品種，在採收中期長柱花與短柱花數，長柱花係柱頭高於花藥或與花藥等長，而花柱低於柱頭則歸為短柱花，結果顯示品種間比率的差異很大，長柱花的百分比佔 30－95% ，而短柱花則佔 5－70% 。長柱花與中柱花可正常結果，其著果率在 70－86% 間，但短柱花則不會結成果實。同品種植株所開的各類花比率，亦受植株生長時期與生育狀況的影響。

茄子的花芽分化和番茄相似，植株主莖具3－4片葉時開始分化花芽，影響花芽分化的因素很多，早熟品種第一花的著生節位較早，晚熟品種較遲，環境條件、施肥量等也會影響花芽分化的遲早。有一定的日夜溫差，較強的光照、營養充足、植株生長旺盛、葉片開展大，是促進花芽分化的條件。茄子的開花結果習性相當有規則，一般早熟品種在主莖生長6－8片葉後，即著生第一朵花或花序，中熟或晚熟品種要生長8－9片葉以後，才著生第一朵花。主莖或側枝上著生2－3片葉後，又分別開花。

茄子一般為自花授粉，花藥裂開時期與柱頭的授粉期相同，時間約在每天早晨6－11點期間，但仍受光照、溫度、濕度等影響，必須根據各地實際觀察來判斷。茄子雖然是自花授粉，但長柱花的柱頭暴露於花藥上面，容易雜交。自然雜交率與品種、地區、株距及昆蟲活動情況有關，根據調查報告，印度有些品種高達20－60% ，意大利10－29% ，中國3－7% ，而亞蔬中心的田間調查則有0－8.2% (平均2.7%)的自然雜交率。

茄子果實發育過程中，果肉先發育，種子後發育。到果實發育的後期，種子才迅速生長成熟。早熟品種從開花到生物學上成熟要50－60天，晚熟品種則要長些。留種用的果實，在採收後放置幾天，使充分成熟，能提高種子的品質。

授粉技術

茄子的花大，除雄授粉一般都用手操作。茄子是自花授粉作物，自交時只要利用套袋或隔離控制授粉即可，若在田間自交授粉，可選單花加以套袋，或用細

目網套住全植株，以防媒介昆虫授粉，但必須在套網前，將植株所有已開的花及已結的果實摘除。果實成熟時選擇發育正常的果實採收種子即為自交的種子。在溫室自交時，花可加以套袋或不必套袋(植株間隔不要太近)，又根據經驗，輔以人工自花授粉，可增加單果的種子量。

雜交授粉母本必須先去雄，選擇開花前1－2天的花蕾，或花蕾的花瓣白色尚未變成紫色的花蕾，小心去除雄蕊，再加以套袋，並於開花當天上午授粉。去雄的花蕾太小，比較會傷害到花柱和子房；而花蕾太大，其花瓣已變成紫色時，自花授粉的機會高。去雄時以尖細的鑷子撥開花蕾上端，並小心除去所有花藥只留下花瓣、子房與花柱。父本的花粉於當天採收後，即授於去雄花的柱頭上，完成雜交授粉的工作。茄子的花粉，在溫度20－22℃相對濕度50－55% 下，貯藏8－10天的花粉仍有活力，但是除非有需要，如父母本的開花期沒有事先安排妥當，還是以當天開的新鮮花粉授粉最好。

茄子野生種與種間親和性

茄子，*Solanum melongena* L.在形態性狀(如果形、果色、生長習性、生長勢、長刺等)，生理屬性(如早開花、吸收與蒸發力等)，及生化特質(如果實苦味等)上，已具有很大的變異。惟在抗病性方面，雖然有些品系對特定病害如青枯病與炭疽病有高抵抗性外，對於其他的病害不是不抗，就是只具有低程度的抗性。在虫害方面更是很少有抗性，頂多是耐性(tolerance)而已。茄屬(Solanum)是一大屬，有1500種(Species)之多，其中一些與茄子相關的近緣種，根據研究具有高度抗病性或抗虫性，特舉例列於表1。在栽培種 *S. melongena* 缺乏抗病抗虫性來源時，可利用種間雜交，改良茄子的抗病虫性。

形態特徵，可雜交性與血清研究，是建立種間關係的三個主要依據。按形態的相似性與雜交親和性，茄子複合種(eggplant camplex)包括有*S. melongena*、*S. incanum*、*S. insanum*，這些種間的雜交親和性較高，亦可獲得可稔性種間雜種。*S. incanum* 是茄子最近緣的種，但兩者間的雜交有時只有前者做母本才能成功，兩者間的雜種，則有75% 染色花粉粒。與茄子複合種關係比較接近的其他種則有 *S. aethiopicum* (scarlet eggplant)、*S. anguivi*、*S. tomentosum*。

栽培種茄子與近緣野生種間雜交親合性並沒有一定規則，其鑑定與研究常遇二大困難：1)不同品系的茄子與野生種的雜交親和性不同，形態相似的品系不一定雜交親合性高；2)種間雜交成功與否，有許多現象，如落花、單為結果(無種子)、皺縮種子或種子不發芽、不同程度的不稔性或可稔性的雜種等，因此很難判斷茄子與野生種的親緣性。

種間雜交所用的技術顯然影響雜交的成功或失敗，例如胚培養可克服因胚與胚乳不親和的阻礙，這技術已利用而取得*S. melongena* x *S. torum*, *S. melongena* x *S. viarum*, *S. melongena* x *S. sisymbriifolium* 等種間雜交種。又一些種間雜交種子不發芽的，利用胚培養技術也可能獲得種間雜交的植株。

茄子種間雜種的部份不稔性，可能與自交不親合性有關，採用混合花粉(即花粉採自栽培種親本與種間雜種混合)雜交多株種間雜種，曾在番茄上獲得克服不稔性的困難，這技術也可以應用在茄子。另外結合傳統與新的技術，可幫助克服困難取得可稔性的種間雜種後代。例如改變其染色体倍數，用秋水仙鹼(colchicine)處理 *S. melongena* x *S. torvum* 的雜種取得複二元体(amphidiploid, 4x)，並利用回交 *S. melongena*與組織培養雄核發育(androgenosis) 可取得雙單倍体(dihaploid, 2x)。有些体細胞種間雜種是利用原生質融合(protoplast fusion)取得的，如 *S. melongena* 和 *S. torvum*, *S. sisymbriifolium, S. viarum* 。

茄子種間雜交中最有興趣的是*S. sisymbriifolium* 和*S. torvum*，兩種，這兩種具有三種或以上茄子重要病害的抗病性行為(青枯病、*Verticillium* wilt和線虫)，很可惜直到目前還沒有這兩種與茄子栽培種的種間雜交種可稔性的後代。種間雜交種 *S. melongena* x *S. aethiopicum* 在日本已經用做商業砧木品種供茄子生產。法國Ano, G.等(1991)利用抗青枯病的*S. aethiopicum*品系與栽培品種雜交，並用胚培養、回交法與輪迴選拔等技術，成功地獲得青枯病抗病性強而有很大變異的其他性狀的後裔。這些後代有些形狀與顏色滿意的，將直接推廣於法屬西印度Guadeloupe和Martinique青枯病為害地區栽培。其他抗病性最強的品系，則可在茄子育種計畫上利用做青枯病抗病性來源。

茄子相關野生種提供遺傳變異、抗病虫性、抗鹽性、抗旱性等來源，研究其間的親緣關係和雜交親和性，在茄子育種上有其重要性。惟野生種的一些性狀如植株形態、全株有刺、果實太小、果實品質不適食用甚至有毒等不良性狀，在種間雜交種後代很難去除，因此除非栽培種茄子中不能找到所需性狀的來源，茄子育種家應不要輕易利用野生種在育種計劃上，或必須考慮利用生物技術如基因轉殖，來克服上述的缺點，減少育種的時間。

重要遺傳性狀

茄子重要性狀的遺傳模式，有許多發表的研究報告，有關質量性狀與數量性狀的遺傳，分別列於表2，3，性狀的遺傳基因效能則列於表4。某些性狀的遺傳行為，因研究者不同，其研究結果有異。重要性狀的遺傳行為模式的瞭解，有助於育種選拔程序的選擇，提高育種效率。

表1. 茄子野生種的抗病與抗虫性

Table 1. Disease and insect resistance in related wild species of eggplant

Species	Resistant to
S. mammosum	*Fusarium* wilt, Fruit and shoot borer, Epilachna beetle, Cotton aphids, Red spider mite
S. viarum (=S.khasianum)	Fruit and shoot borer, Epilachna beetle, Little leaf, *Phomopsis* blight
S. sisymbriifolium	Nematodes, *Verticillium* wilt, *Phompopsis* blight, fruit and shoot borer, Red spider mite
S. sessiliflorum	Bacterial wilt
S. stramonifolium	Bacterial wilt
S. incanum	Bacterial wilt, Fruit and shoot borer, P*homopsis* blight
S. macrocarpon	White fly, Red spider mite
S. aethiopicum	
Aculeatum group *(S. integrifolium)*	Bacterial wilt, *Fusorium* wilt, Fruit and shoot borer, Little leaf
Gilo group *(S. gilo)*	*Phomopsis* blight, Bacterial wilt
S. indicum	*Phomopsis* blight
S. toruum	Bacterial wilt, Nematodes, *Verticillium* wilt, Epilachna beetle

表 2. 茄子質量性狀遺傳*

Table 2. Inheritance of qualitative charactersCharacters

Gene	dominance	References
Fruit color	Purple > green	Tatebe 1944; Khan and Ramzan 1954
	Green > white	Swamy Rao 1970; Choudhuri 1972,1977; More and Patil 1982; Gopinath et al. 1986; Joshi 1989
	Monogenic	Nolla 1932; Jannaki and Ammal 1933; Swamy Rao 1970; More and Patil 1982; Patil and More 1983
	Two genes in complementation	Thakur et al. 1969
	Complex	Fukusawa 1964; Gopinath et al. 1986
	Interaction of three non-allelic genes	Khapre et al. 1988
Plant color	Purple > green	Thakur et al. 1969; Sharif and Habib 1977; Mmbalkar and More 1980; Patid and More 1983
Stem color	Purple > green	Wanjarl and Khapre 1977, Patill and More 1983
	Duplicate gene	More and Patil 1982; Nimbalkar and More 1980
Hypocotyl/ seedling color	Purple > green	Wanjari and Khapre 1977
	Monogenic	Khapare et al. 1986
	Duplicate gene	Rangaswamy and Kadamb Bavana Sundram 1973
Corolla color	Purple > white or light purple	Wanjari and Khapre 1977
	Monogenic	Rangaswamy and Kadamb Bavana Sundram 1973
	Interaction of three or more non-allellic genes	Khapre et al. 1986
Leaf color	Monogenic two complementary genes	Sharif and Habib 1977; Patil and More 1983
Leaf vein color	Purple > green three or more genes	Khapre et al. 1986; Patil and More1983
Fruit flesh color	Green flesh > white	Wanjari and Khapre 1977
	Monogenic	Khapre et al. 1986
Fruit shape	Elongated > round	Swamy Rao 1970
	Round > oval	Choudhuri 1977
	three genes control	Patil and More 1983
	four genes control	Nimbalkar and More 1980
Bearing habit	Cluster > single	Swamy Rao 1970
	Single gene	Rangaswamy and Kadamb Bavana Sundram 1973
	Trigenic	Fukusawa 1964
Plant spread	Erect > spreading	Vijay Gopal and Sathumadhavan 1973
	Two complementary genes	Wanjari and khapre 1981; Khapre et al. 1985
Plant height	Tall > dwarf monogenic	Choudhuri 1972,1977
Prickle presence on petiole/ leaf/stem	Prickle presence absence monogenic	Rangaswamy and Kadamb Bavana Sundarm l973
Male sterility	Two recessive nuclear genes, ms_1 and ms_2	Chauhan 1984
Style erectness erect monogenic	Incurved style	Rangaswamy and Kadamb Bavana Sundram 1973

*文獻出處太多，未能在參考文獻詳細列出。

表 3. 茄子數量性狀遺傳*

Table 3. Inheritance of quantitative characters.

Characters	Heritability	Genetics advance	References
Yield	High	High	Desai RDhesi et al. 1964; Singh et al. 1974
	Low	—	Sidhu et al. 1980; Borikar et al. 1981; Dixit et al. 1984; Naulsri et al. 1986a
	Low	Low	Chadha and Sidhu 1983
Number of fruits per plant	High	—	Hiremath and Rao 1974; Dharmegowa et al.1979; Sidhu et al.1980
	Low	Low	Chadha and Sidhu 1983
Fruit weight	High	—	Hiromath and Rao 1974; Mital et al. 1976; Sidhu et al.1980 Dixit et al. 1984
	Low	Low	Chadha and Sidhu 1983
	Low	—	Singh et al. 1974
Seed weight per fruit	High	—	Hiremath and Rao 1974
Rind thickness	High	—	Hiremath and Rao 1974
Fruit girth	High	—	Sidhu et al. 1980
Plant height	High	—	Sidhu et al. 1980
	High	High	Chadha and Sidhu 1983
Number of days to first harvest	High	—	Mital et al. 1976;
	High	Hoght	Chadha and Sidhu 1983
Insect incidence	Low	Low	Chadha and Sidhu 1983

*文獻出處太多，未能在參考文獻詳細列出。

表 4. 茄子不同特性遺傳基因效果*

Table 4. Gene effects of various attributes

Characters	Gene effects	References
Number of days to flowering	Additive	Mital et al. 1976; Bajpai 1977; Gill et al. 1976
	Nonadditive	Singh et al. 1979; Singh and Mital 1988
	Overdomtnance	Peter and Singh 1973,1976; Hani et al. 1977
	Dominant	Sidhu et al. 1980
Fruit weight	Additive	Singh et al. 1982; Dixit et al. 1984; Mital et al. 1976 Peter and Singh 1973,1976; Salehuzzaman and Alam 1983; Randhawa 1987
	Both additive dominance	Dharmagowda 1977
Number of fruits per plant	Additive	Gilletal. 1976; Singh et al. 1979;Salehuzzaman and Alam 1983; Randhawa 1987; Singh and Mital 1988; Chadha and Sharma 1989
	Both additive & nonadditive	Dixit et al. 1984
Early yield	Additive	Kumar and Ram 1987
Yield	Additive	Gill et al. 1976; Sharma 1985; Gill et al. 1976; Madalageri 1986; Randhawa 1987; Naulsri et al. 1986 Kumar and Ram 1987; Chadha and Sharma 1989
	Additive and nonadditive	Borikar et al. 1981; Dixil et al. 1984; Dharmagowda 1977; Hani et al 1977; Singh et al. 1979; Singh and Mital 1988
	Dominance	Mital et al- 1976; Sidhu et al. 1980; Salehuzzaman and Alam 1983
	Overdominance	Singh et al. 1982
Fruit length	Additive	Peter and Singh 1973, 1976; Singh et al. 1979; Sidhu et. al. 1980; Dixit et al. 1984; Singh and Mital 1988
Fruit width	Additive and nonadditive	Singh and Mital 1988
Fruit size index	Additive	Gill et al. 1976
Fruit circumference	Additive	Dixit et al. 1984
Plant height	Additive	Gill et al. 1976; Bajpai 1977; Singh et al. 1979; Borikar et al. 1981.
	Both additive/ nonadditive	Singh and Mital, 1988; Dharmagowda, 1977; Dixit et al. 1984
Number of flowers	Dominant	Sidhu et al. 1980
	Additive	Peter and Singh 1973,1976
Seed per fruit	Overdominance	Dharmagowda 1977
Number of branches	Additive	Gill et al. 1976; Borikar et al. 1981
	Dominance	Bajpai 1977; Singh and Mital 1988.
Plant spread	Dominance	Bajpai 1977

*文獻出處太多，未能在參考文獻詳細列出。

種原收集與利用

茄子種原收集，以亞洲蔬菜研究發展中心最多，1996年年底總共收集的茄子種原有2253種(accessions)，包含有茄屬(*Solanum*)的42種(species)。收集含蓋美國農部收集的全部種原(692 accessions)，東南亞、印度等收集的種原等。部分的種原，已經繁殖並調查性狀。東南亞收集的種原，則與泰國Kasetsart University 合作，在泰國完成種子繁殖與性狀調查。台灣省農業試驗所國家種原庫收集的茄子種原共有114品種。

茄子植株果實的性狀品種間有很大的遺傳多樣性(genetic diversity)，即同一性狀的差異很大。根據亞蔬中心調查 517 種栽培種種原的重要園藝性狀，其差異範圍列於表 5。綜合五年的試驗結果，植株高度在 43-154 公分，每株分枝數 3.1－11.0，成熟日數為移植後 65－168，每株果數在 2－169(採收期二個月)，果重 9－466 公克，產量 1.5－83.7 公噸/公頃(二個月的採收期)。

表5. 茄子品種間園藝性狀之差異

Table 5. Genetic diversity of eggplant

試驗年份	供試品種數	株高(公分)	每株分枝數	成熟日數(日)	每株果數	果重(公克)	產量(公噸/公頃)
1992	105	78-138(109)[a]	5.1-10.4(7.1)	104-128(117)	6-80(24)	17-466(209)	7.7-72.3(44.9)
1993	82	89-154(118)	5.0-11.0(7.7)	73-129(92)	6-72(25)	15-317(118)	4.3-59.9(30.7)
1994	94	43-97(73)	4.1-10.5(7.6)	84-168(122)	2-105(20)	24-275(82)	1.5-47.5(18.1)
1995	121	65-147(113)	3.6-8.6(5.6)	81-113(96)	3-169(32)	9-336(144)	3.7-83.7(48.7)
1996	115	72-136(101)	3.1-8.2(6.5)	65-111(87)	6-46(26)	17-253(105)	7.5-56.0(32.9)

[a] 括弧內數字為平均值

育種目標

一個有效的作物育種計劃，必須要有定義清楚的策略來完成暨定的目標。下面是茄子育種的重要目標：

一、產量高穩定

產量是一遺傳的複合体，不但受遺傳多因子控制，亦常常受環境因子的影響。選拔高產量，要靠嚴密控制環境的影響，才能確保育種材料外型的表現相當於真遺傳潛力。對於產量組成份子的遺傳潛力與相互間關係，也要有適當的估定。茄子產量構成最重要的性狀是分枝數、果數與果重，其中尤以每株果數對產量有最大的直接影響。又茄子作物期長，採收期也長，因此產量的穩定性非常重要。

表6. 茄子重要病虫害抗病虫性之種原
table 6. Genetic resources for disease and insect resistance in eggplant

病害/虫害(Disease/insect)	抗病虫種原(Resistant sources)
青枯病	Terong Hijau, Glatik, Arka Keshav, Arka Shirish,
(*Ralstonia solanacearum*)	Arka Nidhi, WCGR128-8, BB49, Surya, BB44 等
褐斑病	Florida Market, Florida Beauty, 野生種等
(*Phomopsis vexans)*	
小葉病	Pusa Purple Cluster, Kartain, 野生種等
半身萎凋病	Black Beauty, Pusa Purple Long, K-2282
(*Verticillium* spp.)	CCR3, SM19/14, 野生種等
茄螟	PBR129-5, Arka Kusumakar, H-128, H-129
(*Leucinodes orbonalis)*	Thorn Pendy, 野生種等
二點小粒葉蟬	Aushey, R-34, H-4, T-3, 野生種
(*Amrasca biguttula biguttula*	
線虫	Black Beauty, T-2, Vijaya, MM456
(Meloidogyne spp.	MM353, Maroo Marvel, BR112

二、抗病性品種

茄子品種多數對主要病害沒有抵抗性，因此病害是茄子生產上產量與品質的限制因素，抗病性育種乃為茄子改良的主要目標。茄子重要病害有青枯病(*Ralstonia solanacearum*)、褐斑病(*Phomopsis vexans)*、半身萎凋病(*Verticillium spp.*)、萎凋病(*Fusarium oxysporum*)、小葉病(Little leaf)、早疫病(*Alternaria spp.*)、圓星病(*Cercospora spp.*)、綿疫病(*Phytophthora melorgenae)*等，有些病害的防治方法缺乏或相當費成本不經濟，如土壤病害、病毒病等，因此寄主抗病性育種有其重要性與價值。

三、抗虫性品種

抗虫性育種不像抗病性育種受到重視，也較少有抗虫性商業栽培種育成，其原因：1. 殺虫藥劑可有效防治主要虫害，2. 高程度抗虫性的遺傳來源栽培品種中很難找到。茄子生產期甚長，田間虫害也很多，其中最重要的虫害是茄螟(Fruit and shoot borer, *Leucinodes orbonalis)*，特別是南亞地區為害相當嚴重，有造成60 % 損失的報告。其次是二點小粒葉蟬(Cotton leafhopper, *Amrasca biguttula biguttula)* 、蚜虫、紅蛛蛛等。抗虫性的遺傳來源在茄子栽培品種間較少，但野生種有很多且有抗虫性，不過利用野生種有困難，目前這個育種目標已朝基因轉殖方向發展中。減少農業藥劑的使用是現代作物生產要走的路，考慮環境、安全健康與永續農業，育成抗虫性品種也是茄子改良的目標。

四、改良品質

品質改良必須先瞭解構成品質的參數，而且品質的標準又因消費者而異，因此遺傳改良品質的目標有較多複雜性。果實大小、形狀、內部顏色、光滑度、整齊度、沒有缺陷等是茄子果實外表最有關的性狀。果實生物化學的組成，如花青素、酚的總含量、多酚氧化酵素的活動、glycoalkaloid的含量等都與品質有關。

育種成就

印度與中國是茄子栽培生產最多的國家，茄子的研究和品種改良工作在這兩國做了不少。尤其印度茄子叫Brinjal，是很重要的蔬菜，又是可能變異起源中心，種原豐富，品種繁多，對茄子的形態、顏色、品質各地區消費者的喜愛不同，因此品種改良工作也按各地區的喜好進行。茄子的研究工作多偏重在遺傳研究，與品種病虫害的抗性檢定篩選，而育種或品種改良方面，則著重本地品種的選拔改良以提高茄子的產量。茄子的栽培品種如Pusa Purple Long、Pusa Purple Round、Pusa Purple Cluster、Arka Shirish、Arka Kusumakar、Punjab Chamkila、Punjab Bahar 等都是從本地原有品種中選拔出來的。雖然各地區都有自己的品種改良工作，但育種仍以印度農業研究所(India Agricultural Research Institute)與印度園藝研究所(Indian Institute of Horticultural Research)為二大中心。IARI與IIHR都有系統性的育種計畫，除相關遺傳研究外，對抗青枯病的選育工作，也有很好的成績，育成的抗青枯病品系有Arka Keshav、Arka Nidhi、Pusa Purple Cluster、CH157、CH278等。

中國茄子品種很多，一般認為中國是第二起源變異中心，由於消費者喜好習慣不同，各地均有適合當地種植類型的地方品種。主要品種如圓茄有北京大紅袍、六葉茄、九葉茄、山東大紅袍、天津二敏茄等；長茄則有南京紫線茄、北京線茄、廣東紫茄、成都墨茄等；矮茄品種如北京小圓茄、濟南一窩猴等。1970年代以來研究茄子的雜種優勢，並利用選育出一些優良雜交一代品種，如紫長茄x久留米茄、蘇州長茄x徐州長茄、油罐x濟南長茄等，多半從地方種中選拔為親本雜交的品種，生長勢強、著果多、有增產的優勢。

台灣茄子是重要夏季蔬菜之一，品種改良工作在高雄改良場與屏東科技大學有引種、選種與一些雜交育種的計畫，但尚未有新品種育成。主要栽培品種為屏東長茄和麻芝茄。亞蔬中心於1992年將茄子列在主要研究作物，並開始收集種原與育種改良。因受資源限制，僅著重於種原評估、青枯病抗病篩選與育種等工作。種原園藝性狀與產量的評估，已完成500多種，並從其中選出優良的品種，每年春、夏、秋季進行產量比較試驗，有穩定高產量潛力的品種，將推荐給各國試驗。青枯病抗病篩選已從400多種原中，選出17品種在溫室和田間人工接種多次，都表現高度抗病性(罹病指數低於10%)，並於1996年開始在青枯病發生較多的熱帶南亞各國合作進行青枯病試驗，以測定這些抗青枯病遺傳來源其抗病性的

穩定性。另一方面青枯病抗病性的雜交育種，已進行至F_4世代，回交改良屏東長茄與麻芝茄的抗青枯病性，也進行至BC_2與BC_3世代。

台灣私人種子公司的茄子育種，以農友和生生為主。農友目錄列有9個品種，包括今年育成的5個品種：昭君、嬌娘、豐美、鳳娘與豐秀。生生的茄子品種更多，目錄上列有23品種，有各種形態與顏色，可能是應國際市場的需要，台灣則以長茄如王馬嬌、粉紅佳人栽培較多。私人公司育成的品種多著重於外表美觀與品質，一般抗病性都較弱，而且幾乎100% 是雜交一代品種。

歐美茄子的種類以大圓或長圓或梨形茄子為主，皮厚耐運輸，紫色或深紫色。茄子的育種多由私人種子公司進行，育種目標除了育成適合消費市場需求的特性外(如墨紫色、皮光滑發亮、綠色萼片、大小一致等)，適合玻璃溫室栽培的特性也是重要的目標。

育種與選拔方法

茄子育種與選拔方法，包括一般育種技術如引種、混合選種、純系選種、系譜選種法、混合選種法、單仔後裔法、回交育種法等。有些育種計劃結合數種方法，也是育種的策略。

一、自然變異的選種

老的地方品種，在本地栽培很久的品種，及從國外引種進來的品種，這些品種對某種環境已具有一定的適應力與遺傳差異，而且都是在手邊或是可取得的，育種家必須首先利用這些遺傳材料，仔細觀察看是否用簡單的選拔方法可以進一步改良。若有實質上的變異存在，則利用混合選種法將不好的單株去除，同時保有原有品種的特性。純系選種法也可應用，使那些具有最好的同質的品系更純化一致，再推廣給農民。

1.混合選種法(Mass selection)

目的是保存一品種或集團的優良性狀，其方法乃種植在田裡，去除劣株並依一定標準選擇優良植株，而將各單株種子混合採收做為繁殖。是一簡單選種法，常利用做保存固定品種的特性。

2.純系選種(Pure line selection)

於大栽培田區裡，選拔具有優良園藝性狀的最好單株，分別採收種子，每一單株成為一品系。第二年將選拔單株(品系)進行株行試驗，選拔最優良的品系，並將種子採收混合成為改良的品系。若純系選種的品系與原來品種有顯著不相同，可直接成為一新品種。

二、控制雜交變異的選種

選擇親本雜交後自交，其後代會引起相當大的變異，提供育種家在雜交後裔中有充分的選擇。若繼續自交雜交後裔，在自交作物品系內的差異會漸漸減少，但品系間的差異則增大。控制變異可以利用不同選拔方法，而如何選擇應用這些

方法，則要依據作物、育種目標、育種時間表、人工、土地、技術程度、經費來源等因素而決定。

1.系譜法(Pedigree methos)

在雜交後代表現最大分離的F_2世代起開始行個體選拔，並記錄每一品系的家譜，其後行系統栽培，繼續作系統選拔及選拔系統內之個體，漸漸提高優良系統之固定度。系譜法提供育種家在各樣不同的後裔中選拔家系。F_2世代開始分離表現最大範圍的變異，其後集團中的雜合性因自交而快速減低，而相反的其同質性則增加。因此早期世代(F_2、F_3或F_4)的選拔是依據單株個體的表現，而後期世代(F_5以後)選拔，則必須轉向家系的生產性能。

系譜法在茄子育種上是最常用的方法，育種過程中不良的雜種後裔能夠及早觀察去除，利用系譜記錄與眼力的評估可以相當地減少群体的大小範圍。單株選拔通常進行至F_6世代，其後的選拔則依據家系的生產能力表現，並選拔一致性的家系(品系)，混合採收足夠的種子供品系產量及其他特性比較試驗用。

系譜法的優點是：早期可淘汰多數不良的材料，評估選拔可依據多年的表現能力，可以從一個雜交組合選拔差異性大的不同材料。其缺點是費時費工，限制雜交組合數目。

2.混合法(Bulk method)

混合育種法處理雜交種後裔分離世代較簡單省時，從盛起分離的F_2世代起即放任自然行混合栽培，迨大多數個体成為同型結合時，始行個体選拔，而育成品系。這種育種法使自然淘汰有效利用，育種家可漸漸除去群體內的不良性狀，經過數世代後只有最適應者保留。當達到相當遺傳穩定性(同型結合体)時(F_5－F_6)行個体選拔，並做株行種植，在一系列的品系比較試驗中，評估選拔最好的品系。混合法工作需求較少，可以同時進行較多的雜交組合，也可以容許每一個組合種植較大的群体，因此遺傳基因結合的機會也增多。

3.回交育種法(Backcross method)

回交育種法的目的是要轉移少數因子從一品種到另外一個具有一般優良性狀的品種，這個優良品種缺乏某一性狀如抗病性，而且這性狀是由單因子或少數因子控制的。這個優良品種稱為輪迴親(recurrent parent)，而具有輪迴親所缺性狀的親本稱為非輪迴親(non-recurrent parent)或授與親(donor parent)。當授與親是非商業栽培的適應品種，直接雜交育種很難育成有優良的遺傳結合時，回交育種法是最適合應用的方法。有時候授與親除了具有要轉移的基因外，另外也具有不少不良好的性狀，假設沒有不適當的連鎖，回交法可以只轉移想要的因子，而在育種過程中排除不良好的性狀。因此回交育種法對由少數因子控制的抗病性育種非常有用。

回交移轉顯性單因子控制的性狀很簡單，每一回交代即可由表現型選拔具有由授與親轉移來之期望性狀的植株，再回交輪迴親，重複此法至必要的代

數。如欲轉移之授與親的性狀是隱性，則每一回交代必須再自交，種植F_2世代，鑑定選拔具有隱性同型結合体的植株，再與輪迴親回交。回交有行一次者，亦有重複數次者。其重要者為目標性狀識別之難易與確實性，若識別容易確實，回交繼續任何次，其導入性狀亦不致遺失，但識別困難時，繼續回交，其目的性狀有遺失之慮，普通回交2－5次即可。回交法對遺傳力高簡單遺傳的性狀非常有效，但並不排除應用於複雜的數量性狀。

回交育種法的優點是：(1)即得性狀不易再遺失，因為改良是一種階梯方式，(2)育種計劃獨立，不受育種家目標環境影響，(3)沒有必要評估回交品種，(4)方法快速，可預期，可重複。唯一缺點是不能創造不尋常的基因組合，能夠比輪迴親更優良。

雜交種的育種

過去育種家的目標都是培育改良固定種，但從上世紀來雜交品種的利用明顯地增加，主要是私人種子公司育成並散佈雜交品種，因而有鼓勵栽培利用雜交品種之趨勢。茄子是自交作物，雜交品種優於普通固定品種，在理論上不會像異交作物那麼明顯，但是根據報告，茄子仍有相當的雜種優勢(hybrid vigour)。雜交品種的產量超過親本有10－44% (保加利亞)、48－164% 、(印度)、50% (孟加拉)等報告。

茄子雜交種的育種與其他作物相同，首先要育成具有不同優良性狀的自交系供作親本，上述的育種與選拔方法都可利用培育自交系。自交系育成後，進行組合力檢定試驗，選出組合力高的自交系，按育種目標交配組合F_1雜交品種，進行品種產量比較試驗，選出優良F_1雜交種。如果發現雜交品種有缺點如不抗病、品質差等，可改良自交系，而回交法是改良雜交種親本自交系最常用的方法。

茄子雜交品種的育種，有增加之趨勢，尤其私人種子公司幾乎育成的品種都是F_1雜交種，此與品種的保護有關。因此改進雜交種子的生產，使其更有效率更經濟是很重要。茄子雜交品種種子生產成本比其他蔬菜作物低，因為茄子花大容易除雄授粉，而且每一果實含的種子數亦比番茄、甜椒多，然而若能研發雄不稔系統，將可進一步減低成本。

抗青枯病育種範例

茄子青枯病(Bacterial wilt)是由病原細菌*Ralstonia solanacearum*引起的病害，此病是熱帶、亞熱帶地區茄子生產的限制因子。青枯病是土壤病害，寄生範圍非常廣泛，防治不易，種植抗病性的品種是最有效克服此病害的方法。印度園藝研究所有抗青枯病茄子育種計劃，也曾育成一些抗病品系，但其抗病育種過程的報告很少。亞蔬中心於1993年開始進行青枯病育種，茲將其篩選抗病種原，抗病材料的利用及育種計劃進行情形介紹如下：

一、青枯病人工接種方法

青枯病的人工接種早期多採用剪葉法、土壤注射法及浸根法，後來改用土壤灌注法接種，變異較小可信度較高，目前番茄、番椒和茄子的青枯病溫室篩選均採用此法。溫室人工接種係將茄子種子種在二寸塑膠育苗缽，介質用蒸氣消毒過的混合土(土壤：稻殼：沙：堆肥＝3：1：1：1)，每品種15株，重複3次，RCBD設計。幼苗30天大時(約3-4片真葉)，在距離幼苗2公分處以刀子切入土中，人工割傷一部分根群，然後澆灌每株(盆)，30ml青枯病病源菌懸浮液(接種原)。青枯病的接種原為台灣菌株Pss 97(race 1, biovar 3)，由植物病理人員準備，並調節濃度為10^8 cfu/ml。接種茄苗放置溫室內保持高濕度與溫度在25－35℃間，發病病徵每週記錄一次，按照Winstead 與Kelman(1952)的分級並計算發病指數。這種人工接種方法可大量篩選出抗病植株，以供田間人工病圃複檢。溫室接種發病記錄期間為一個月。

田間人工病圃的設置方法，乃選擇一塊較隔離的田，於篩選材料種植前6－8週，先種植青枯病接種過的番茄苗(可密植)，番茄要選最感病的品種如L390，讓番茄在田裡發病達100% 發病萎凋死亡，然後犁入土壤中，使細菌繁殖增加土壤青枯病的族群密度，保持為病圃。欲篩選的茄子材料即可種植在病圃檢定其抗病性，記錄存活百分率。青枯病的發生需要高溫，因此田間病菌的篩選應在夏季進行。田間發病觀察記錄時間，可延長至二個月。

二、種原青枯病抗病性篩選與抗病性材料

約有400多種的茄子種原，已經經過溫室青枯病抗病性的篩選，少部分種原經溫室與田間病圃，重複接種檢定後，證實確有高度抗病性。溫室接種和田間病圃接種，效果相同，二者有顯著正相關(r=0.614)。另外由印度特別收集的抗青枯病種原中，有15品種對菌株Pss 97具有高度抗病性，經重複檢定試驗結果，9品種(EG191、EG192、EG193、EG195、EG196、EG197、EG203、EG219、EG221)有穩定的高程度抗病性、其感病指數均在10% 以下，這些抗病種原，均可利用為抗病性育種材料。根據報告番茄的抗青枯病性不穩定，因地方不同而異，又其抗病性穩定程度則因品種不同而異。因此亞蔬中心已選擇17個抗病品種的茄子，繁殖種子分送南亞、東南亞各國試驗，以測定這些品種的抗病穩定性(表7)。

三、抗青枯病育種

1.抗青枯自交系的培育

選擇優良品種與抗青枯病品種雜交，F_2世代先於溫室進行幼苗青枯病接種，選拔沒有感病的苗移植到病圃田，以系譜法選拔優良園藝性狀的單株自交演進下一世代。一般F_2世代溫室接種一個月，沒有病徵的苗株平均約佔68% ，移植病圃田後到成株採收期，存活的植株平均佔總株數的60% 。從F_3世代後可重複相同程序，選拔抗青枯病個体直至抗青枯病性同型結合，以培育抗青枯病並具其他優良性狀的自交系。自交系可以做雜交品種的親本，也可以直接當做固定品種利用。

2.回交改良屏東長茄與麻芝茄的抗青枯病性

屏東長茄與麻芝茄為台灣最普遍的茄子栽培品種，品質優良，農民與消費者都喜歡，但對青枯病的抵抗性不高。為了改良這兩個地方品種的抗病性，選擇具有高度抗病性的品種如EG203、EG193等雜交，其F_1再以屏東長茄或麻芝茄為輪迴親本回交2－3次，然後自交，從其回交後裔中選拔抗病性高而其他性狀與輪迴親相似的單株繼續自交，以固定抗青枯病性。

3.抗病與感病品種間的雜交種

茄子青枯病抗病性的遺傳行為，有報告說是一對顯性因子控制，也有報告從雜交抗病和感病親本的F_1對青枯病的反應而認為係隱性因子控制。這種差異可能所用材料不同，或病原菌菌株與環境不同的影響。如果抗病性是顯性基因控制，雜交抗病品種與感病優良品種，是產生抗病雜交一代品種的快速方法。

亞蔬中心選擇6個抗青枯病(R)品種(EG192、EG193、EG194、EG203、S7、S64)與21個感病優良品種(S)組合雜交，得到77個(S x R) F_1雜種，溫室人工接種青枯病的結果，其中27種表現高度抗病，28種中等抗病，17種中等感病，5種感病。因此雜交品種對青枯病的反應，乃視親本的組合而定。六個抗病品種以EG193的組合最好，15個F_1雜交種有5個高度抗病，5個中等抗病。另外18個R x R的雜交組合中有13個雜交品種顯示高度抗病性，4個中抗性，1個感病。因為雜交親本品種有些是固定品種，不是自交系，可能有異型結合的遺傳背景，又抗病性的遺傳，可能不是單純的行為，因此雜交品種間對青枯病的反應，看不出有一致的現象。有抗病性的品種通常都在園藝性狀上有些缺點，不過這裡選擇的6個抗病品種的果實品質都是消費者可以接受的，若雜交組合F_1品種的產量潛力不錯，抗青枯病性又高，便可直接推廣於青枯病為害的熱帶地區。產量的比較評估試驗已進行兩次，產量有的高達40－50公噸/公頃。

茄子育種與生物技術的應用

茄子雖然不是很重要的蔬菜作物，但新技術生物技術在茄子育種上的應用研究也不少。這些新生物技術，從組織培養到DNA操作基因轉殖，都已應用在茄子的育種上。主要目的在獲取新的基因型(genotypes)或大量繁殖個体，及縮短育種時間加速新品種的育成。應用在茄子育種上的新技術可歸納下面幾方面：

一、人工種子(Artificial seed)

体細胞胚經組織培養產生，再以適當的載体(人工胚乳)包裹形成人工種子。當需要大量繁殖一個基因如F_1，應用人工種子技術可避免有性繁殖的一些問題，並可全年生產不受氣候環境的影響。茄子有強的再生能力，組織培養的体細胞經胚形成(embroygenesis)過程可大量生產人工種子。

表7. 茄子種原接種青枯病病原菌Pss97 後之病害反應

Table 7. Reactions of 18 eggplant accessions inoculated with *Ralstonia solanacearum* strain Pss 97

品種代號 Acc. Code.	品種名 Variety	來源 Source	果實性狀 Description		病害指數 Disease index(%)[b]		青枯病反應 Disease reaction[c]	
			顏色 Color[a]	形狀 Shape[a]	溫室 GH[d]	田間 Field	溫室 GH[d]	田間 Field
TS 3		Malaysia	G	O	5	3	R	R
TS 7	MTE 2	Malaysia	P	CM	8	11	R	MR
TS 47A		Malaysia	G	CL	2	5	R	R
TS 56B	Terong Hijan	Indonesia	GW	O	16	8	MR	R
TS 64	Jackpot	Netherlands	P	CM	12	10	MR	MR
TS 69	Gelatik	Indonesia	G	O	1	7	R	R
TS 75		Thailand	G	CL	10	18	MR	MR
TS 87	Glatik	Indonesia	GW	O	4	9	R	R
TS 90		Indonesia	G	O	2	2	R	R
EG 014	Slim Jim	Italy	P	CS	7	11	R	MR
EG 190	SM6-6	India	W	CS	2	7	R	R
EG 191	Arka Keshav	India	RB	CL	3	5	R	R
EG 192	Arka Shirish	India	P	CS	35	4	MS	R
EG 193	Arka Nidhi	India	RB	CM	5	2	R	R
EG 195	BB49	India	GW	TD	4	9	R	R
EG 203	Surya	India	DP	O	0	7	R	R
EG 219	BB44	India	GW	CS	4	9	R	R
EG 120	Bonne (check)	Taiwan	P	CL	92	100	S	S

a. Color:DP as dark purple, G as green, GW as green with white stripes,P as purple,RB as reddish brown and W as white; Shape: CL as cylindrica long, CM as cylindrical medium long, CS as cylindrical short, O as oval, and TD as teardrop.

b. Disease index = 【（Σni x i）/（N x 5）】x 100% , where Ni=no. of plants with i scale, i= 0-5, N= Total plants tested; Symptoms of each scale are: 0= no symptom, 1= one leaf wilted, 2= two or three leaves wilted, 3= all except the top two or three leaves wilted, 4= all leaves wilted, and 5= plant dead.

c. Disease reaction: R= DI% less than 10% ; MR = 10-20% ; MS = 21-40% ; S = more than 40% .

d. TS and EG series were screened at seedling stage in different greenhouse trials.

二、花藥與胚珠培養(Anther and ovule culture)

傳統的育種利用自交或回交，以取得同型結合体是很費時間與過程，單倍体可經由花藥或胚珠培養獲得，再經過染色体加倍後，即可成為同質結合的自交系。花藥培養單倍体在歐洲與中國大陸已應用在實際茄子的育種上。

三、原生質融合(Protoplast fusion)

目的是克服雜交不親合的障礙，轉移目標性狀，以取得可能增加的遺傳變異。茄子應用細胞質融合技術，可轉移野生種的重要性狀如抗病性到栽培種上，其成功獲得種間雜種的例子，已在前面種間親和性一節論述。

四、遺傳基因轉殖(Genetic transformation)

茄子利用農桿菌(*Agrobacterium*)轉殖基因的報告已經有數篇。其中轉殖技術的研究和轉殖*Bacillus thuringiensis* (Bt) Cry IIIB toxin 基因及昆虫有毒的縮氨酸(toxic peptides)基因，抵抗昆虫如Colorado potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) 與茄螟(*Leucinodes orbonalis* Guen.)。

參考文獻

1.何 康、劉瑞龍等 1990 中國農業百科全書蔬菜卷 農業出版社 北京中國

2.中國農業科學院蔬菜研究所 1987 中國蔬菜栽培學 農業出版社 北京中國

3.台灣省政府農林廳 1996 台灣農業年報

4.AVRDC 1994, 1995 AVRDC 1993,1994 Progress Report Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taina, Taiwan

5.AVRDC 1996, 1997, 1998 AVRDC 1995, 1996, 1997 Report. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan

6.Chadha, M.L. 1993 Improvement of brinjal, Advances in horticulture (Eds: Chadha, K. L. and Kalloo, G.) vol. 5 – vegetable crops 105-135

7.Chadha, M. L. 1993 Breeding methodology and improvement in brinjal. In: AVRDC 1993 Breeding solanaceous and cole crop p. 122-134.

8.Chen, Nung-Che, Li, Huei-mei and Wang Jaw-fen 1997 Bacterial wilt resistance sources in eggplant, *Solanum melongena.* Bacterial Wilt Newsletter. No.14: 4-5, May 1997

9.Dannay, M. C., Lester, R.N. and Laterrot, H. 1991 The use of wild species for the genetic improvement of brinjal eggplant (*Solanum melongena*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*). In: Solanaceae III: Taxonomy, chemistry, evolution (eds: Hawkes, J.G., Lester, R. N. Nee, M. and Estrada, N.) Royal Botanic Garden Kew and Linnean Society of London. Pp 389-412.

10.FAO 1997 Production yearbook 1996.

11.Filippone, E., Penza, R. and Romano, R. 1992. Advanced biotechnologies applied to eggplant (*Solanum melongena* L.)breeding. Capsicum Newstetter special issue 260-265; EUCARPIA VIIIth meeting on genetics and breeding on capsicum and eggplant, Rome, Italy, 7-10 September 1992.

12.Fugro, P.A., Rajput, J. C., Patil, V. H. and Jadhav, D. A. 1994 New bacterial wilt resistant F1 hybrids of eggplant. Capsicum and Eggplant Newsletter 13:107-109.

13.Sadashiua, A. T., Deshpande, A. A., Madhavi Reddy K. and Singh, R. 1993. New sources of resistance to bacterial wilt in eggplant. Capsicum and Eggplant Newsletter 12:94-96.

14.Som, M. G. and Maity, T. K. 1986. Brinjal. In: Vegetable crops in (eds: Bose, T. K. and Som, M. G.) Naya Prokash, Calcutta, India p. 293-342.

15.Winstead, N.N. and Kelman, A. 1952. Inoculation technique for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum.* Phtopathology 42:628-634.